

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-151578

(43)公開日 平成11年(1999)6月8日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
B 23 K 11/02  
B 21 F 15/08  
B 23 K 11/24  
11/30  
E 04 C 5/18

識別記号  
3 1 0  
3 4 5  
3 3 0

F I  
B 23 K 11/02  
B 21 F 15/08  
B 23 K 11/24  
11/30  
E 04 C 5/18

3 1 0  
3 4 5  
3 3 0

審査請求 未請求 請求項の数4 FD (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平9-332279

(22)出願日 平成9年(1997)11月18日

(71)出願人 390029089

高周波熱鍊株式会社

東京都品川区北品川5丁目5番27号

(72)発明者 坂田 親治

神奈川県平塚市田村5893高周波熱鍊株式会  
社内

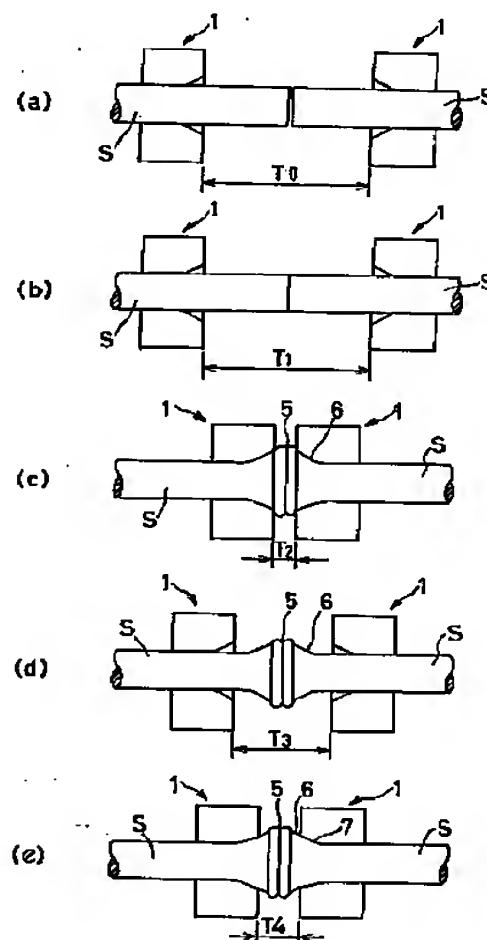
(74)代理人 弁理士 八島 正人 (外1名)

(54)【発明の名称】 高強度線材の突合せ溶接方法及び溶接機

(57)【要約】

【課題】 母材と同等以上の溶接部の破断荷重を有する高強度線材の突合せ溶接方法及び溶接機。

【解決手段】 2つ割り電極1により被溶接線材Sを把持して突合せ溶接をする高強度線材の溶接において、被溶接線材Sの接合端から所定距離の位置を電極1で把持して通電して突合せ溶接を行った後、同電極で該溶接された線材の接合部から所定距離の位置を把持し直して再び通電して所定量のアプセットを行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 2つ割り電極により被溶接線材を把持して突合せ溶接をする高強度線材の溶接において、被溶接線材の接合端から所定距離の位置を該電極で把持して通電して突合せ溶接を行った後、さらに同電極で該溶接された線材の接合部から所定距離の位置を把持し直して再び通電して所定量のアプセットを行うことを特徴とする高強度線材の突合せ溶接方法。

【請求項2】 高強度線材の突合せ溶接において、被溶接線材を把持する平行溝部と該平行溝部の溶接側端がラッパ状に拡径した開口部とを有する2つ割り電極を用い、該電極で被溶接線材の接合端から所定距離の位置を把持して通電して突合せ溶接を行い、該被溶接線材に溶接部が拡径した紡錘型の接合部を形成させた後、さらに同電極で該溶接された線材の接合部から所定距離の位置を把持し直して再び通電して所定量のアプセットを行うことを特徴とする高強度線材の突合せ溶接方法。

【請求項3】 前記突合せ溶接の後に行うアプセット量は、被溶接線材の径をdとするとき、 $0.1d \sim 0.8d$ とすることを特徴とする請求項1または2に記載の高強度線材の突合せ溶接方法。

【請求項4】 被溶接線材を把持する2つ割り電極を備え、該電極が被溶接線材の接合端から所定距離の位置を把持して接合端を加圧しながら通電して該線材の突合せ溶接を行い、さらに同電極が該溶接された線材の接合部から所定距離の位置を把持し直して、再び接合端を加圧しながら通電して所定量のアプセットを行うように作動する制御手段を備えたことを特徴とする高強度線材の突合せ溶接機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンクリート柱、梁などに使用される鉄筋線材などの熱処理された高強度線材の突合せ溶接の方法及び溶接機に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】例えば、コンクリート柱、梁などの鉄筋線材には、主筋とこの主筋群を取り囲む剪断補強用の補助筋としてのフープ筋が用いられる。このフープ筋としては、長尺の線材を主筋群の回りに連続的に巻いて形成させる方法と1ターンづつ巻いたフープ筋を1個づつ主筋群の回りに配設する方法がある。前者の長尺の線材を用いるフープ筋は溶接箇所がない点で強度的に有利であるが、現場作業に困難性がある。そのため、多くはあらかじめ作成した1ターンのフープ筋を現場で配設する後者の方法が採られている。この1ターンフープ筋では、溶接部で破断しないように溶接部の破断荷重が母材のそれと同等以上であることが望ましい。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記1

10

ターンフープ筋は所定の長さに切断された線材を所定形状に成形した後、その両端を突合せ溶接して作成されので、溶接部の熱影響による溶接部の強度が母材より低下するという問題がある。1ターンフープ筋を製造するときに低強度の線材を使用する場合は、溶接部の熱影響による強度変化が少ないのであまり問題にならない。しかし、PC鋼棒のように熱処理を施した高強度線材を使用する場合には、溶接熱により溶接部の強度が母材より低下して完成したフープ筋の機械的強度が低下し、高強度線材を使用する意味がなくなる。そのため、フープ筋の強度を保証するために、溶接部を再熱処理して機械的性質を回復するか、あるいはさらに太い線材を使用することもできるが工数的にも経済的にも不利である。

【0004】一方、地震対策として鉄筋コンクリート柱、梁などの剪断強度の向上の要請とともに、補助筋のフープ筋にもPC鋼棒規格に規定される鋼棒と同等強度の高強度線材の使用が要請されており、この様な高強度線材を使用する場合に溶接部の破断荷重が母材部のそれと同等になる溶接方法の開発が望まれている。

20

【0005】そこで本出願人は、さきに「高強度1ターン補助筋及びその製造用溶接機の電極」の発明を開示した(特開平6-99286号公報)。

【0006】本発明は、前記発明をさらに発展させ、熱処理された高強度線材を使用した鉄筋線材でも溶接部の破断荷重が母材のそれと同等以上になる高強度線材の突合せ溶接方法及び溶接機を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の高強度線材の突合せ溶接方法は、2つ割り電極により被溶接線材を把持して突合せ溶接をする高強度線材の溶接において、被溶接線材の接合端から所定距離の位置を該電極で把持して通電して突合せ溶接を行った後、さらに同電極で該溶接された線材の接合部から所定距離の位置を把持し直して再び通電して所定量のアプセットを行うことを特徴とするものである。

30

【0008】即ち、本発明の突合せ溶接方法は、最初に鉄筋線材を通常の突合せ溶接を行って通常の溶接バルジを形成させた後に、さらに溶接部近傍を熱間アプセットを行うことにより、溶接部近傍の径を母材径よりも太くすると共に、最初の溶接で生じた高温の溶接熱による接合部の機械的性質の低下の回復を図り、溶接部の破断荷重を母材部のそれと同等以上にするものである。この溶接部の機械的性質の回復は、熱間アプセットの際の加熱による焼戻し効果と温間加工による動的歪時効効果により不動転位が増加することによるものと推定される。

40

【0009】また、本発明の高強度線材の突合せ溶接方法は、高強度線材の突合せ溶接において、被溶接線材を把持する平行溝部と該平行溝部の溶接接合側端がラッパ状に拡径した開口部とを有する2つ割り電極を用い、該電極で被溶接線材の接合端から所定距離の位置を把持し直して再び通電して所定量のアプセットを行うことを特徴とする。

50

て通電して突合せ溶接を行い、該被溶接線材に溶接部が拡径した紡錘型の接合部を形成させた後、さらに同電極で該溶接された線材の接合部から所定距離の位置を把持し直して再び通電して所定量のアプセットを行うことを特徴とするものである。

【0010】即ち、溶接部側の端がラッパ状に開口した把持部を有する2つ割り電極で鉄筋線材を把持して最初に通常の突合せ溶接を行うと、電極のラッパ状開口部がダイスの役割を果たして溶接時の熱間アプセットにより溶接バルジの両側に電極の開口部に倣った溶接部が拡径した紡錘型の接合部が形成される。このように溶接部近傍に母材径より太い紡錘型の接合部が形成されるので、仮に溶接部に溶接熱による機械的強度の低下が生じても断面積の増加により母材部と同等またはそれ以上の破断荷重が得られ、フープ筋全体として母材の破断荷重が保証される。

【0011】さらに、本発明の溶接方法では、前記通常の突合せ溶接を行った後に溶接部近傍を熱間アプセットを行って、前記の溶接で生じた溶接部の高温の溶接熱による機械的性質の低下の回復を図り、最初の溶接により形成させた紡錘型の接合部の機械的性質の向上を図るものである。その機構は前述したとおりである。

【0012】前記最初の溶接の後に行うアプセット量は、接合部の最も望ましい機械的性質が得られるためには被溶接鉄筋線材の径をdとするとき、 $0.1d \sim 0.8d$ とすることが望ましく、より望ましくは $0.4 \sim 0.5$ である。アプセット量が小さすぎると上記効果が十分發揮できず大きすぎると歪み時効効果が得られなくなるからである。

【0013】また、本発明の高強度線材の突合せ溶接機は、被溶接線材を把持する2つ割り電極を備え、該電極が被溶接線材の接合端から所定距離の位置を把持して接合端を加圧しながら通電して該線材の突合せ溶接を行い、さらに同電極が該溶接された線材の接合部から所定距離の位置を把持し直して、再び接合端を加圧しながら通電して所定量のアプセットを行うように作動する制御手段を備えたことを特徴とするものである。

【0014】即ち本発明の突合せ溶接機は、最初に2つ割り電極で被溶接線材を接合端から所定間隔をおいて把持して、通電しながら溶接部方向に所定距離移動して通常の突合せ溶接を行う。そして、溶接が完了すると電極は線材を開放して溶接部から離れる方向に移動し、所定位置で再び線材を把持し、再び通電して線材を加熱しながら溶接部方向に所定距離移動して、溶接された線材を所定量アプセットするように作動する。このような作動が制御手段により自動的に行われる所以、省力化され均一な溶接を行うことができる。

### 【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図示の一実施形態について具体的に説明する。図1は本発明実施形態の高

強度線材の突合せ溶接の作業工程を説明する図、図2はその電極形状の1例を示す図、図3は本発明の溶接試験片断面の顕微鏡観察位置を示す図、図4は本発明実施形態の高強度線材の突合せ溶接機の制御部を示すブロック図、図5はである。本発明実施形態の高強度線材の突合せ溶接の操作を示すフローチャートである。

【0016】図2の電極1は被溶接線材（以下線材という）を把持するその線材径に近似する径の平行溝部3と溶接側端がラッパ状に開口した開口部4と設けた対称の一対の把持部材1a, 1bからなる。把持部材1a, 1bは銅合金など導電材料から作られ開閉して被溶接線材を把持、開放するように駆動される。そして、図1に示すように2個の電極により線材の溶接部の両側を把持して線材の溶接部を圧接するように駆動され、この2個の電極間に通電して溶接部を加熱し圧接することにより突合せ溶接が行われる。

【0017】図4の制御手段10は、CPU11と電極の位置と据込み量を設定する設定部12と、電極位置を検出して電極に付圧・駆動し電極の電圧電流をコントロールするコントロール部13からなる。設定部12には電極の待機位置T0を設定する待機位置設定部14と、溶接の据込み量T1-T2（T1：溶接部を冷間で圧接させた時の電極位置、T2：溶接後の電極位置）を設定する溶接据込み設定部15と、アプセットを開始する際の電極位置T3を設定するアプセット初期位置設定部16と、アプセット量T3-T4（T4：アプセット後の電極位置）を設定するアプセット量設定部17が設けられる。また、溶接時の電極電流及びアプセット時の電極電流値を設定する電極電流設定部22が設けられる。溶接電流及びアプセット電流はそれぞれワークの線径、材質などにより実験的に適正值が定められる。コントロール部13には、電極位置検出部18と、電極制御部19と、電源コントローラ20が設けられている。電極制御部19は電極位置検出部18の位置信号に基づいて電極移動手段24により前記設定部12に設定された数値の位置に電極1を移動させ、電極開閉手段23により電極を開閉してワークを把持・開放する。

【0018】以下、図1、図3、図4及び図5のフローチャートを用いて本発明の突合せ溶接機の動作を説明する。まず、設定部12に被溶接線材の径に適応した所定数値を設定する（ステップ1）。即ち、ワークを電極にセットする際の電極の待機位置T0、溶接の据込み量T1-T2、アプセットを開始する際の電極位置T3及びアプセット量T3-T4をそれぞれ待機位置設定部14、溶接据込み設定部15、アプセット初期位置16、アプセット量設定部17に入力する。また、被溶接線材の線径に応じた溶接電流値を電極電流設定部22に入力する。

【0019】次にスタートスイッチ15を押すと（ステップ2）、CPU11、電極制御部19を介して両側の

電極1、1は図1(a)の設定された待機位置T0に移動する(ステップ3)。このとき電極1は開いた状態にある。ここで溶接箇所を両電極間の中心にして被溶接線材(以下ワークという)Sを電極1の平行溝部3に装着し(ステップ4)、電極開閉スイッチ26を「閉」にすると(ステップ5)、CPU11、電極制御部19、電極開閉手段23を介して両側の電極1、1が閉じてワークSを持持する。電極1、1はワークSを持持すると、電極移動手段24を介してワークSの溶接部を圧接せるように付圧される(ステップ6)。これにより、ワークの溶接端が潰されて電極は溶接部方向に僅かに移動してT1の位置に移動し(ステップ7)(図1(b))、このT1がCPU11に記憶される。同時にCPU11、電源コントローラ20を介して電源25から両側の電極1、1に電極電流設定部22に入力された溶接電流が通電され、接触面が抵抗加熱される(ステップ8)。両側の電極1、1間のワークSが加熱されて軟化すると電極1は電極移動手段24により溶接方向に加圧されているので前進移動する(ステップ9)。また、溶接据込み量T1-T2が溶接据込み設定部15に入力されているので、電極は図1(c)のT2の位置まで移動して(ステップ10)T2の位置で停止し、設定の据込み量の突合せ溶接が完了して(ステップ11)、図のような溶接バルジ5が形成される。突合せ溶接が完了すると電源コントローラ20を介して電極に流れる電力がOFFにされる(ステップ12)。

【0020】本発明の突合せ溶接では、さらに前記溶接が完了したワークSを以下のようにして熱間アプセットすることに特徴がある。上記溶接が完了して電源がOFFにされると、電極開閉手段23を介して電極が開にされワークの把持が開放される(ステップ13)。そして電極移動手段24を介して電極は後退して(ステップ14)、アプセット初期位置16に入力された位置T3に移動する(ステップ15)(図1(d))。電極が位置T3に停止するとCPU11、電極開閉手段23を介して電極1は閉になって再びワークを把持し(ステップ16)、電極移動手段24を介して溶接方向に加圧され(ステップ17)、電源コントローラ20を介して電極1の電源がONにされる(ステップ18)。電極1、1間に電流が流れると電極1、1間のワークSは加熱されるが、このとき電極電流設定部22には溶接電流より小さい電流が流れるように設定されて、アプセット可能な低い温度になるようにされている。

【0021】電極は溶接方向に加圧されており、アプセット量T3-T4がアプセット量設定部17に入力されているので、ワークSが加熱されて軟化すると電極1はワークをアプセットしながら前進して(ステップ19)、図1(e)の間隔T4の位置まで移動する(ステップ20)(図1(e))。電極1がT4の位置に移動すると電源がOFFにされて(ステップ21)所定量の

据込み量のアプセットが完了する。

【0022】アプセットが完了すると、電極開閉手段23を介して電極が開にされてワークの把持を開放する(ステップ22)。そして電極移動手段24を介して電極は後退して(ステップ23)、アプセット待機位置設定部14に入力された位置T0に移動する(ステップ24)(図1(a))。この位置でワークSを電極1から取り外し(ステップ25)、本発明の溶接作業が終了する(ステップ26)。

【0023】このように本発明の装置・方法は、通常の突合せ溶接だけでなく、その後に再度溶接部近傍を熱間アプセットを施す点で従来の高強度線材の突合せ溶接と大きく異なる。即ち、熱処理された高強度線材を従来の溶接方法で突合せ溶接すると、溶接熱によって溶接部の機械的性質が低下して母材の破断荷重より低い荷重で破断する。これに対し本発明では、通常の突合せ溶接後に再度溶接部近傍を熱間アプセット加工するので、動的歪時効効果により溶接の際に生じた転位が不動化または固着して、溶接で生じた高温の溶接熱による機械的性質の低下が回復されると共に、アプセットにより溶接部近傍の径が母材径よりも太くなつて断面積が大きくなるので溶接部の破断荷重を母材部のそれと同等以上にすることができます。

【0024】また、電極1の把持部材1a、1bは、図2に示すように溶接部側が拡径した開口部4を有するので、突合せ溶接の際に図1(c)に示すように溶接バルジ5の両側にテーパー部6を形成され接合部が紡錘状になる。これは、開口部4がダイスを形成して両側の電極間の加熱された線材がこれに倣って紡錘状を形成するものである。これによって、溶接部近傍の線材径が母材径より大きくなるので、線材の溶接部近傍の機械的強度が溶接熱により低下しても断面積の増加によって補われるため破断荷重は母材部のそれと同等以上が得られる。

【0025】さらに本発明では、溶接後さらに溶接部近傍を熱間アプセット加工するので、前述のようにアプセット加工の再加熱により接合部に動的歪時効効果が生じ、溶接の際に生じた転位が不動化または固着して高温の溶接熱による機械的性質の低下が回復される。また、接合部形状は図1(d)に示すように2段のテーパー部6、7が形成され接合部の径が母材径より大きくなる。これによって、突合せ溶接されたフープ筋は溶接部の破断荷重がさらに母材の破断荷重以上に確保されるので、小径の線材の使用が可能になり軽量化できる。

【0026】

【実施例】直径13.12mm $\phi$ の熱処理したPC鋼棒を使用して、本発明の方法と従来方法で突合せ溶接実験を行った。その線材の機械的性質を表1に示す。即ち、母材の破断荷重は約20tonで引張強さは約149kgf/mm<sup>2</sup>である。

【0027】

【表1】

## 試験片母材の機械的性質

直徑 mm	破断荷重 ton	引張強さ kgf/mm <sup>2</sup>	降伏点 kgf/mm <sup>2</sup>	降伏比 %	破断伸び %	絞り %
13.12	20.08	148.6	141.5	95.2	10.0	61.7

【0028】突合せ溶接は本発明の方法と従来方法で行って比較した。本発明の方法は、各段階の電極間隔を表2に示す条件にして、図2に示す形状の開口部を有する\*

\* 電極を用いて行った。

【0029】

【表2】  
突合せ溶接・アセットの条件。

溶接条件				アセット条件			
電極間隔 mm		据込み量 mm T1-T2	据込み比 T2/T1	電極間隔 mm		据込み量 mm T3-T4	据込み比 T4/T3
T1	T2			T3	T4		
30	5	25	0.17	20	15	5	0.75

【0030】上記条件で本発明の突合せ溶接を行った試験片と、従来方法の突合せ溶接を行った試験片を標点距離10dで引張破断試験を行った比較結果を表3に示す。

\* す。

【0031】

【表3】  
溶接試験片の破断試験結果

試料 No.	本発明の溶接方法			従来の溶接方法		
	破断荷重 ton	破断伸び		破断点	破断荷重 ton	破断伸び %
		mm	%			
1	20.15	12.8	9.8	母材部	19.35	10.8
2	21.05	13.0	9.9	母材部	15.25	5.5
3	19.86	12.8	9.8	母材部	18.10	7.2
4	20.58	12.4	9.5	母材部	18.38	9.1
5	21.11	13.3	10.1	母材部	15.14	5.5
平均	20.55	12.9	9.8		16.84	7.6
R	1.25	0.9	0.6		4.12	5.3

【0032】表から判るように、本発明方法の試験片はすべて母材部で破断し、破断荷重も平均20.55tonで表1に示す母材の破断荷重20.08tonと変わらず破断伸びも母材と同等だった。これに対し、従来方法ではすべて溶接部またはその近傍の接合部で破断し、破断荷重はばらつきが多く平均16.84tonと母材の破断荷重の83%にしか達せず破断伸びも母材より減少した。

【0033】試験片の接合部の断面について顕微鏡観察を行った結果を表4に示す。表4は、図4に示す溶接面から0~10mmの距離の軸心線の位置(a)~(d)について顕微鏡観察した結果である。表から判るように本発明の突合せ溶接の方法によれば溶接面から5mmの位置で母材と同等の組織になっている。

【0034】

## 【表4】

## 溶接試験片の顕微鏡観察結果

記号	観察位置 溶接面からの 距離 mm	接合部の顕微鏡組織	
		本発明の溶接方法	従来の溶接方法
(a)	0	マルテンサイト組織	マルテンサイト組織
(b)	5.0	焼戻しマルテンサイト組織 (母材とほぼ同じ組織)	マルテンサイト組織
(c)	7.5	焼戻しマルテンサイト組織 (母材とほぼ同じ組織)	ソルバイト組織
(d)	10.0	焼戻しマルテンサイト組織 (母材とほぼ同じ組織)	微細マルテンサイト組織 (母材とほぼ同じ組織)

【0035】なお、詳細は省略する多くの実験結果、前記突合せ溶接後のアプセットの量は、被溶接線材の径をdとするとき、0.1d～0.8dとすればよいが、接合部の最も望ましい機械的性質を得るためにには0.4d～0.5dが望ましいことが判った。

【0036】以上述べたように、本発明構成の溶接機及び溶接方法は、線材に通常の突合せ溶接を行った後に、さらに溶接部近傍を熱間アプセットを行うので、溶接熱による機械的性質の低下の回復が図られ、同時にアプセットにより接合部の径が母材径よりも太くなるので、溶接線材の破断荷重として母材のそれと同等または同等以上にすることができる。これにより、従来の溶接方法よりも小径の線材を使用することができ軽量化が図られる。

【0037】また、電極の線材把持部を溶接側端が拡径した開口部を有する2つ割り電極を用いることにより、溶接部が拡径した紡錘型の接合部が得られるので、溶接部に機械的強度の低下が生じても断面積の増加により母材部と同等以上の破断荷重が得られ、フープ筋として母材の破断荷重が保証される。

【0038】また、本発明の溶接機は上記溶接及び溶接後のアプセットを条件設定により自動的に行うものであるので、省力化でき量産が容易になる。

【0039】なお、上記実施例では溶接側端に開口部を有する電極を用いたが、かかる開口部を設けない通常の平行部溝のみを有する電極を用いても、本発明の溶接後に適切なアプセットを行うことにより、前記接合部の機械的性質の回復と拡径効果とを図ることができる。

## 【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の高強度線材の突合せ溶接方法及び溶接機によれば、高強度線材を用いた1ターンフープ筋などにおいても、母材の破断荷重と同等以上の溶接部の破断荷重を有する突合せ溶接ができるので、従来の溶接方法による鉄筋線材よりも小径の線材を使用することができ軽量かつ経済的である。

【0041】また、信頼性の高い高破断荷重の1ターンフープ筋が得られるので、連続巻きのフープ筋に置き換えることができ、現場加工が容易になって工数とコストが低減される。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施形態の高強度線材の突合せ溶接の動作段階を示す図である。

【図2】本発明実施形態の高強度線材の突合せ溶接機の電極形状の1例を示す図である。

【図3】本発明実施例の突合せ溶接による試験片の顕微鏡観察の位置を示す断面図である。

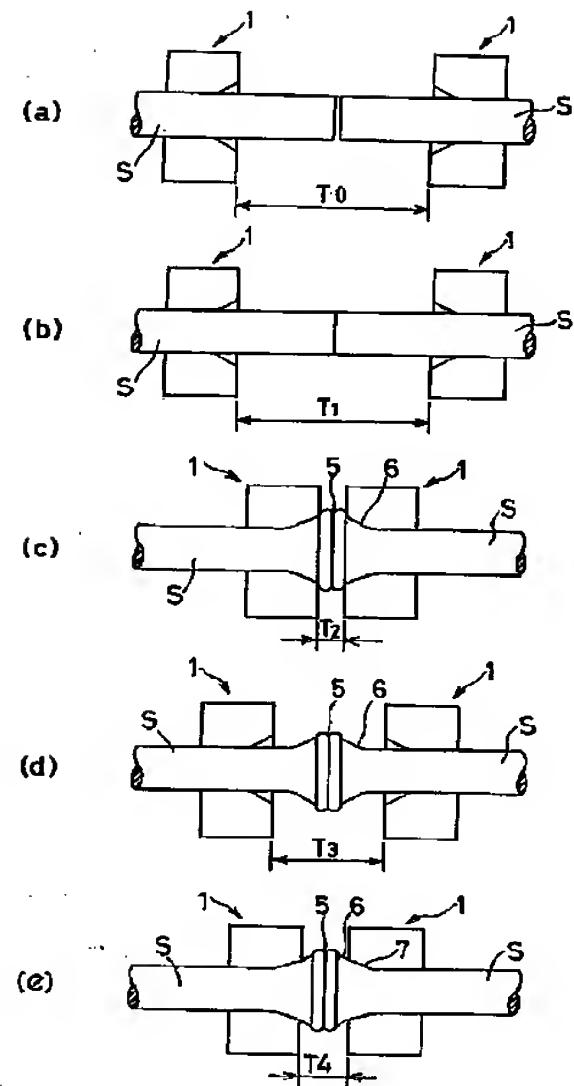
【図4】本発明実施形態の高強度線材の突合せ溶接機の制御部を示すブロック図である。

【図5】本発明実施形態の高強度線材の突合せ溶接機の動作を示すフローチャートである。

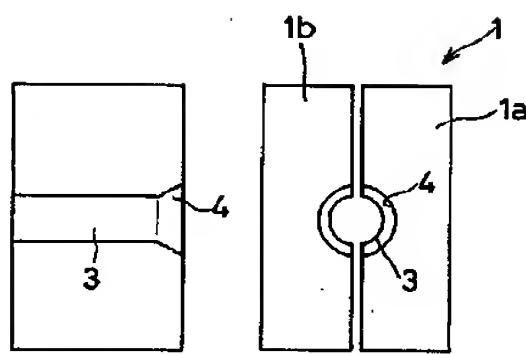
## 【符号の説明】

- 1 電極
- 1 a 把持部材
- 1 b 把持部材
- 3 平行溝部
- 4 開口部
- 5 溶接バルジ
- 6 肩部
- 7 第2肩部
- 10 制御部
- 11 C P U
- 12 設定部
- 13 コントロール部
- 14 待機位置設定部
- 15 溶接据込み設定部
- 16 アプセット初期位置
- 17 アプセット量設定部
- 18 電極位置検出部
- 19 電極制御部
- 20 電源コントローラ
- 21 スタートスイッチ
- 22 電極電流設定部
- 23 電極開閉手段
- 24 電極移動手段
- 25 電源
- 26 電極開閉スイッチ
- S ワーク（被溶接線材）

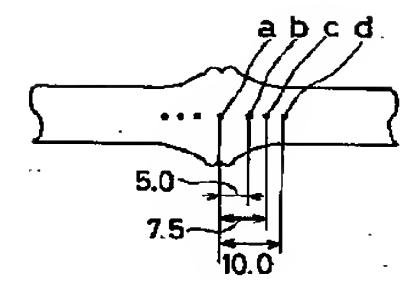
【図1】



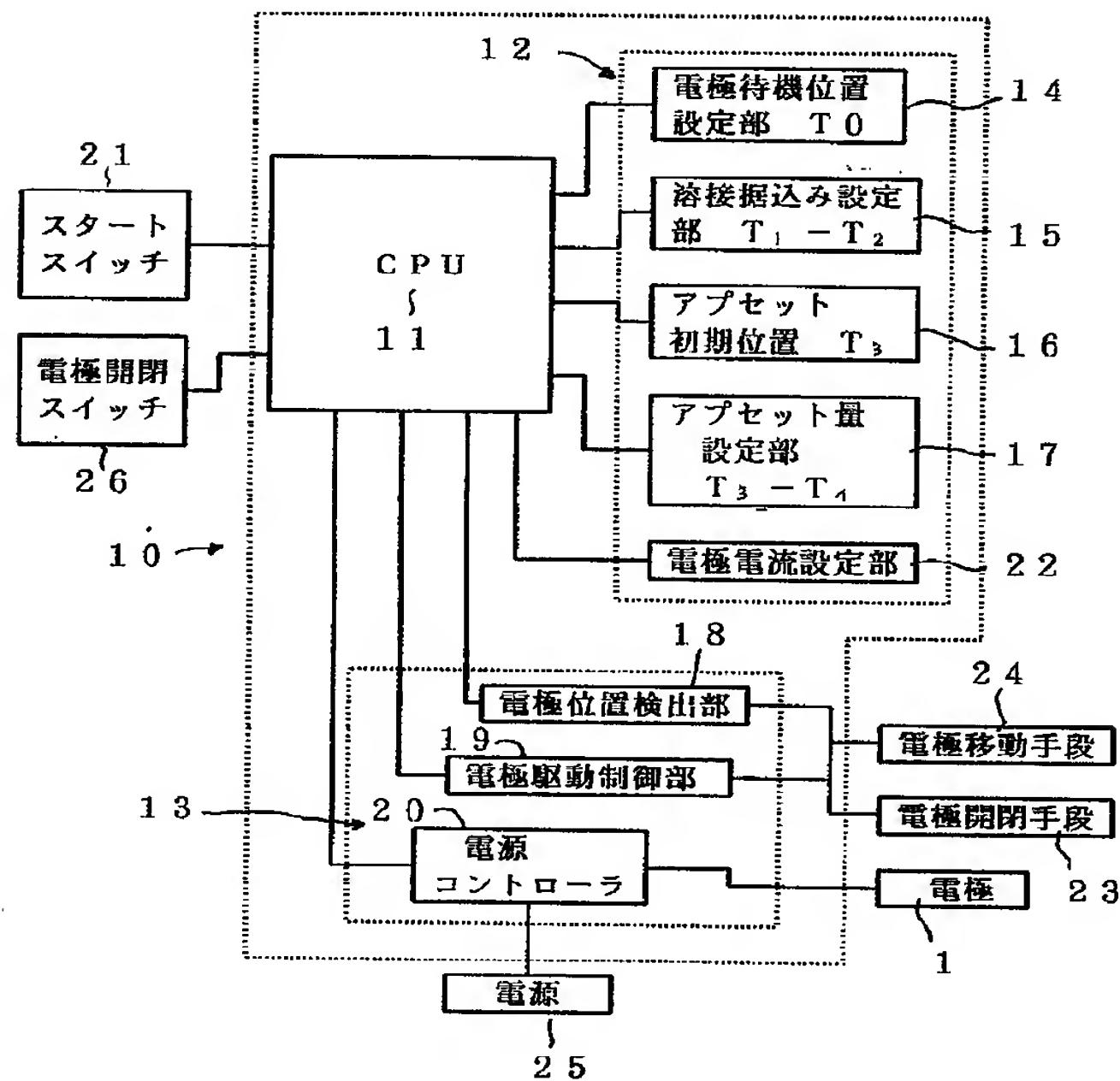
【図2】



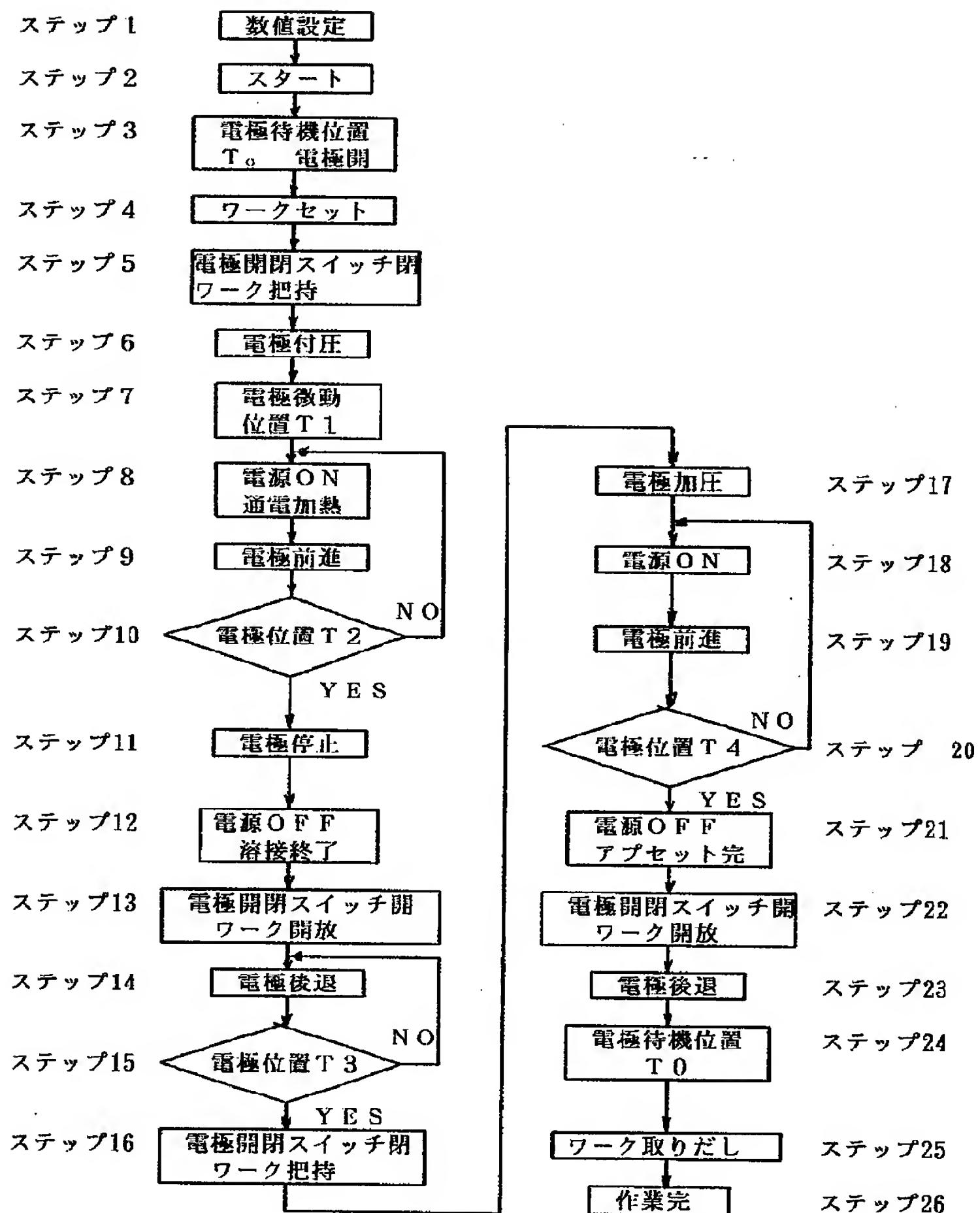
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.C1.<sup>6</sup>  
E 0 4 G 21/12識別記号  
1 0 5F I  
E 0 4 G 21/12  
1 0 5 E